

Proyecto GEF-EEI Servicio de consultoría para la elaboración del Protocolo de Detección Temprana y Respuesta Rápida ante la Presencia del Tunicado *Distaplia stylifera* en Zonas de Producción de Moluscos de Importancia Económica



PROTOCOLO DE DETECCIÓN TEMPRANA Y RESPUESTA RÁPIDA (DTRR) ANTE LA PRESENCIA DEL TUNICADO *Distaplia stylifera* EN ZONAS DE PRODUCCIÓN DE MOLUSCOS DE IMPORTANCIA ECONÓMICA DE LA ENSENADA DE LA PAZ.



Entidad consultora: NOS Noroeste Sustentable AC.

“Las opiniones, análisis y recomendaciones de política incluidas en este informe no reflejan necesariamente el punto de vista del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, como tampoco de su junta ejecutiva ni de sus estados miembros”.



FONDO MEXICANO
PARA LA
CONSERVACIÓN
DE LA NATURALEZA, A.C.
Institución Privada.



Proyecto GEF-EEI Servicio de consultoría para la elaboración del Protocolo de Detección Temprana y Respuesta Rápida ante la Presencia del Tunicado *Distaplia stylifera* en Zonas de Producción de Moluscos de Importancia Económica

Título: Protocolo de detección temprana y respuesta rápida ante la presencia de tunicados en zonas de producción de moluscos de importancia económica

Objetivo: Elaborar un protocolo de detección temprana y respuesta rápida (DTRR) del tunicado en las poblaciones de moluscos de la ensenada de La Paz.

Autor: Silvia Ramírez Luna

Modo de citar documento: PNUD México (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo). 2018. Protocolo de detección temprana y respuesta rápida ante la presencia de tunicados en zonas de producción de moluscos de importancia económica. Servicio de consultoría para la elaboración de un protocolo de detección temprana y respuesta rápida, ante la presencia de tunicados en zonas de producción de moluscos de importancia económica y análisis económico de los efectos de la presencia de las especies exóticas. Proyecto: 00089333 – FSP – “Fortalecimiento de Capacidades en el manejo de especies exóticas invasoras (EEI) sobre los impactos económicos de la presencia del tunicado en la actividad productiva”.

Área objeto del informe: Ensenada de La Paz, Sitio RAMSAR 1816 Humedales Mogote – Ensenada de La Paz

Fecha de inicio y término: 20 de julio de 2018 al 17 de junio de 2019

Vínculo con los objetivos y metas de la Estrategia Nacional sobre Especies Invasoras:

El documento que se presenta, se enmarca dentro de lo que establece la Estrategia Nacional sobre Especies Invasoras en México (ENEI), para que México genere acciones orientadas a la prevención, el control y la erradicación de especies invasoras mediante la participación coordinada, proactiva y responsable de los actores involucrados. Se alinea con las acciones estratégicas transversales 2 y 3, relativas al desarrollo de capacidades científicas, técnicas, humanas e institucionales; y a la coordinación entre poderes del gobierno con la sociedad. De este modo, contribuye a los objetivos estratégicos 1 y 2, de prevenir, detectar y reducir el riesgo de introducción, establecimiento y dispersión de especies invasoras, así como el de establecer programas de control y erradicación de especies invasoras, para minimizar el impacto negativo y favorecer la restauración y conservación de ecosistemas.

Resumen: Los pescadores de El Manglito, en la Ensenada de La Paz, dedicados tradicionalmente a la pesquería de moluscos, se han esforzado desde 2011, en recuperar la población de callo de hacha, recurso agotado desde hace casi 10 años, con el objetivo de reactivar la pesquería para poder llevarla a niveles de aprovechamiento mediante prácticas responsables de pesca y criterios de sustentabilidad. Sin embargo, desde mediados de 2015 se detectó la presencia de una especie invasora y a consecuencia de esta invasión, se documentó una elevada mortalidad de organismos con la reducción en casi un 75% de la población recién restaurada. A partir de 2016, los pescadores han generado acciones de respuesta rápida, capacitándose y perfeccionando procedimientos de remoción del tunicado, con la idea de controlar la expansión. En este documento se presentan los procedimientos prácticos que los productores están realizando para la remoción y control del crecimiento de esta especie invasora. Así como la propuesta para un protocolo de detección

Proyecto GEF-EEI Servicio de consultoría para la elaboración del Protocolo de Detección Temprana y Respuesta Rápida ante la Presencia del Tunicado *Distaplia stylifera* en Zonas de Producción de Moluscos de Importancia Económica

temprana y respuesta rápida que pueda implementarse de forma articulada, incluyendo a los diversos sectores que deben estar involucrados.

PROTOCOLO DE DETECCIÓN TEMPRANA Y RESPUESTA RÁPIDA ANTE LA PRESENCIA DEL TUNICADO *Distaplia stylifera* EN ZONAS DE PRODUCCIÓN DE MOLUSCOS DE IMPORTANCIA ECONÓMICA.

Contenido

PRESENTACIÓN	4
INTRODUCCIÓN	5
DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE	7
Clasificación taxonómica	7
Distribución.....	7
Biología	8
Razones por las que constituye un riesgo al ecosistema.	10
JUSTIFICACIÓN	11
Antecedentes metodológicos para el control del tunicado <i>Distaplia stylifera</i>	12
Objetivo General	12
Objetivos específicos	12
MATERIALES Y MÉTODOS	13
Descripción del área de estudio	13
Control del tunicado en la concesión pesquera de OPRE, en la Ensenada de La Paz (trabajo de campo)	14
Equipo y Materiales:.....	14
Método empleado	15
1. Detección de la ascidia <i>Distaplia stylifera</i>	15
2. Identificación y aviso a autoridades.	15
3. Respuesta.....	16
Marcado de polígono de trabajo	16
Saneamiento submarino	16
Acopio y disposición final de tunicado	20
Control y evaluación en sitios de referencia	22
Capacitación al personal	22
RESULTADOS	23
1. Identificación y reporte (Taxonomía).	24
2. Respuesta Rápida del tunicado en la Ensenada de La Paz. Período: julio – agosto 2018..	24

3. Estructura de tallas	25
4. Indicadores de éxito y Acciones de riesgo que deben evitarse	27
Indicadores de Éxito.	27
Acciones de riesgo que deben evitarse	28
PLAN DE GESTIÓN. PROPUESTA DE PROTOCOLO DE DETECCIÓN TEMPRANA Y RESPUESTA RÁPIDA	29
COMPONENTES DEL PROTOCOLO DE DETECCIÓN TEMPRANA Y RESPUESTA RÁPIDA	29
1. Detección temprana de la ascidia <i>Distaplia stylifera</i>	29
2. Evaluación rápida	30
3. Implementación de la respuesta rápida (control)	31
4. Verificación del éxito de la acción	31
5. Reporte final	31
BIBLIOGRAFÍA	32

Índice de Figuras

Figura 1. Registros de <i>Distaplia stylifera</i> : GBIF Secretariat (2017), indicando registros principalmente en el Atlántico, Australia y Filipinas. _____	8
Figura 2. <i>Distaplia stylifera</i> . Se observan los sifones característicos. En la imagen los sifones están abiertos. Fotografía: Silvia Ramírez Luna _____	9
Figura 3. Ensenada de La Paz, BCS. Fuente: NOS Noroeste Sustentable AC Alejandra García ____	133
Figuras 4 - 5. Planta con compresor para buceo tipo Hooka y buzo usando Hooka _____	144
Figuras 6 - 7. Jaba de malla fina para colecta submarina de tunicado; Tinas y taras para depósito y transporte de tunicado. _____	155
Figuras 8 - 10. Detección de sustrato invadido _____	177
Figuras 11 - 14. Cierre de sifones de los tunicados, por contacto _____	188
Figura 15. Extracción manual de objetos cubiertos _____	199
Figuras 16 - 17. Acopio y separación de tunicado _____	199
Figura 18. Conteo y medición de hachas muertas _____	20
Figuras 19 - 22. Disposición final de tunicados _____	222
Figuras 23. Disposición final de tunicados _____	22
Figura 24. Capacitación del personal _____	22
Figura 25. Polígonos en que se realizó la limpieza de tunicado en la Ensenada de la Paz durante el período de saneamiento, realizado del 12 de julio al 2 de agosto de 2018. Fuente: Google Earth Pro 2018. _____	255
Figura 26. Estructura de tallas de conchas de hachas muertas por elevada cobertura de tunicado _____	266

Proyecto GEF-EEI Servicio de consultoría para la elaboración del Protocolo de Detección Temprana y Respuesta Rápida ante la Presencia del Tunicado *Distaplia stylifera* en Zonas de Producción de Moluscos de Importancia Económica

Índice de tablas

Tabla 1. Resumen de información generada en dos polígonos de control (saneamiento) _____	255
Tabla 2. Estructura de tallas del muestreo de hachas muertas proveniente del control (saneamiento)	266

PRESENTACIÓN

El Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB) define a las especies invasoras como “aquéllas que prosperan sin ayuda del ser humano y amenazan hábitats naturales o seminaturales, fuera de su área habitual de distribución” (CDB 2009; en Comité Asesor Nacional sobre Especies Invasoras, 2010) y señala que “es uno de los principales generadores del cambio ambiental en el mundo” (MA, 2005; Sala *et al.*, 2000; en Comité Asesor Nacional sobre Especies Invasoras, 2010).

A pesar de que no todas las especies exóticas se vuelven invasoras de forma inmediata, los efectos potenciales de una especie no nativa son impredecibles y pueden llegar a ser devastadores, por lo que la defensa más eficiente es la prevención, seguida por la detección y erradicación temprana (DET). Los beneficios de la inversión requerida por un sistema de prevención o de DET compensan ampliamente las pérdidas provocadas por actuar tardíamente. La capacidad de identificar especies potencialmente invasoras, contribuye al uso eficaz de los recursos destinados para lidiar con ellas, particularmente aquéllas que están en etapas tempranas de invasión (Kolar, 2004).

Este es el caso de una ascidia detectada en la Ensenada de La Paz desde 2015 y que ha afectado a las poblaciones de callo de hacha. Al respecto, los productores de la comunidad pesquera El Manglito, en la Ensenada de La Paz, dedicados tradicionalmente a la pesquería de callo de hacha, han iniciado desde mediados de 2016, acciones de control sobre esta especie exótica invasora que afectó a la población de callo de hacha, en la cual han puesto grandes esfuerzos (desde 2011), para restablecerla y reactivar la pesquería. Sin embargo, la presencia del tunicado causó disminuciones significativas al recurso, que hicieron indispensable atender su crecimiento e invasión.

Este documento presenta las acciones que se generaron ante la detección del tunicado, así como los procedimientos que se implementaron, enfocados al control (saneamiento) y contención del crecimiento desmedido de esta ascidia en la ensenada (considerado como Respuesta Rápida), con lo cual se alinea a las metas propuestas por la Estrategia Nacional sobre especies invasoras en México (2010), y específicamente a la Acción estratégica transversal 3) y al objetivo estratégico 2, relativo a establecer programas de control y erradicación de especies invasoras, para minimizar el impacto negativo y favorecer la restauración y conservación de ecosistemas. Proponiendo un Protocolo de Detección Temprana y Respuesta Rápida, que incorpora la experiencia adquirida por los productores de OPRE, NOS Noroeste Sustentable AC, y colaboradores de instancias académicas (UABCS, INAPESCA, CICIMAR), durante la atención a la invasión de la ascidia, en 2016 y 2017.

La Estrategia Nacional sobre Especies Invasoras en México (ENEI) menciona que existe una infraestructura reglamentaria a nivel internacional (el Convenio Internacional para el Control y la Gestión del Agua de Lastre y los Sedimentos de los Buques, 2004), que da soporte a las acciones para controlar la entrada de especies invasoras marinas y al cual México se ha adherido formalmente, mediante la promulgación del decreto para su observancia (DOF, 2017). A pesar de eso, el ingreso de este tunicado parece provenir de las aguas de lastre de embarcaciones visitantes, por lo que es necesario fortalecer y hacer cumplir las disposiciones y compromisos existentes y de ese modo disminuir el riesgo de entrada a otras especies invasoras.

Por lo pronto, esta ascidia requiere de atención y es gracias al apoyo del Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza (FMCN) y más recientemente, del Programa de las Naciones Unidas

para el Desarrollo (PNUD) y de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), que se ha hecho posible desarrollar el trabajo que se presenta a continuación, fruto del esfuerzo e interés de los pescadores buzos de la Ensenada de La Paz.

INTRODUCCIÓN

Desde 2011 se ha implementado por parte de los pescadores de la comunidad de El Manglito, un proyecto de restauración poblacional de callo de hacha, recurso pesquero que por varios años sostuvo la actividad económica de estos productores, pero que se agotó por sobreexplotación, provocando el cierre de la pesquería. Para lograr la restauración, los pescadores aplicaron sus conocimientos y experiencia, además de desarrollar capacidades de autoorganización y diálogo, para generar acuerdos y acciones que, al cabo de seis años, se vieron reflejados en un incremento poblacional capaz de soportar una pesca sustentable inicial.

Las acciones relevantes fueron: el fortalecimiento de la gobernanza a través de acuerdos formales para no extraer el recurso; la implementación de operativos de vigilancia participativa para disuadir la pesca furtiva; la realización de monitoreos poblacionales anuales, no extractivos, para el establecimiento de una línea base, el seguimiento de la dinámica poblacional y en términos organizacionales.

Conforme la restauración ha ocurrido, se han presentado tanto oportunidades de colaboración y aprendizaje, como retos ambientales y antropológicos que han puesto a prueba el proceso de repoblamiento, la capacidad de resiliencia de las comunidades biológicas, así como la capacidad de la comunidad pesquera para responder y atender cada uno de los eventos. Uno de los más relevantes ha sido la detección de una especie de ascidia invasora, a mediados de 2015, que rápidamente se extendió sobre la población de callo de hacha y afectó severamente el esfuerzo de recuperación.

Como consecuencia de esta invasión se documentó una elevada mortalidad de organismos y la reducción en casi un 75% de la población restaurada. A mediados de 2016 los pescadores iniciaron una serie de acciones de manejo (saneamiento y remoción) del tunicado, con la idea de controlar la expansión.

La evidencia documental generada permite asumir que entre 2011 y 2014 no existía un problema de invasión en las poblaciones de callo de hacha, ya que su presencia no era evidente para los pescadores ni se documentaron procesos de mortalidad masiva de organismos, relacionados con la presencia de las ascidias. La búsqueda de referencias bibliográficas que refieran la presencia de *Distaplia stylifera* para la región del Pacífico Mexicano ha sido infructuosa. Los reportes que se han encontrado sobre la especie la ubican en la zona del Atlántico, para la costa Este de Estados Unidos (Villalobos *et al.* 2017), Venezuela (Rocha, *et al.*, 2010) y Brasil (Marques, *et al.*, 2013); en los tres casos la consideran especie criptogénica y la reportan como especie rara u ocasional.

Por el contrario, en la Ensenada de La Paz, la presencia de la ascidia con un comportamiento invasor, se detectó por primera vez, a mediados de 2015, cuando los pescadores empezaron a reportar la presencia de una “esponja” o “papa” que se estaba pegando a las conchas. Cuando se hicieron las primeras observaciones y reportes sobre esta presencia y particularmente sobre su abundancia anómalamente elevada, cubriendo las conchas de muchas hachas, aún no existían condiciones

Proyecto GEF-EEI Servicio de consultoría para la elaboración del Protocolo de Detección Temprana y Respuesta Rápida ante la Presencia del Tunicado *Distaplia stylifera* en Zonas de Producción de Moluscos de Importancia Económica

habilitadas para generar acciones específicas: la organización de pescadores (OPRE) aún estaba en procesos de integración; tampoco se contaba con la concesión de pesca, ni permisos de pesca para extraer callo de hacha o algún otro permiso que autorizara la extracción de conchas muertas (debido a que la pesquería estaba cerrada por agotamiento, desde hacía varios años).

Paralelamente, en marzo de 2015 se supo de la intensión y preparativos de FONATUR para dragar el canal de navegación de la Marina Sinclair. Tras negociaciones, se logró postergar el dragado y obtener la autorización de CONAPESCA para que los pescadores rescataran y reubicaran a 30,000 hachas vivas, trasladándolas a zonas más seguras de la Ensenada. Es probable que ambos eventos (la reubicación de organismos y el dragado del canal) hayan contribuido a la dispersión de propágulos, por el desconocimiento y la falta de alerta sobre el riesgo de invasión que se corría. Para noviembre de 2015 el incremento en la presencia de hachas cubiertas por tunicado fue evidente.

Para 2016, las poblaciones de callo de hacha disminuyeron con respecto a lo esperado, además se documentó la mortalidad masiva de hachas a causa de la cobertura de las conchas por este tunicado. En ese momento no fue posible identificar qué autoridad debía hacerse cargo de implementar acciones de atención o control, debido a que el callo de hacha es un recurso que administra la autoridad pesquera, pero ésta no atiende temas de invasión de especies. A pesar de que las conchas muertas ya no son un recurso pesquero y gracias a la buena disposición de las autoridades pesqueras y a que la organización de los pescadores de El Manglito: SCP Organización de Pescadores Rescatando la Ensenada (OPRE por sus siglas) quedó legalmente constituida en febrero de 2016 y la solicitud formal de la concesión de pesca estaba en marcha, se autorizó la extracción de conchas muertas (únicamente conchas de hacha muertas y totalmente cubiertas con tunicado), como una forma de realizar la limpieza del fondo marino y restablecer condiciones para el repoblamiento. A esta acción se le llamó saneamiento del tunicado. Es así que con el apoyo tanto del Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza (FMCN), como del apoyo de donantes individuales y con la participación y asesoría de la academia (UABCS y CICIMAR), se realizó durante once meses (desde septiembre de 2016 y hasta agosto de 2017), una intensa acción de saneamiento. Durante ésta, se observó que gran parte de los organismos (más del 50%), presentaban cobertura total de las valvas, provocando mortalidad por inanición.

En septiembre de 2017, el huracán Lidia provocó un considerable aporte de agua dulce a la Ensenada que al parecer contribuyó a eliminar una gran parte de parches de tunicado, disminuyendo significativamente la invasión. Sin embargo, el daño estaba hecho, el censo poblacional de noviembre de 2017 indicó una disminución poblacional severa. Investigadores del INAPESCA, especialistas en reproducción, encontraron que las hachas afectadas por elevada cobertura de tunicado presentaron alteración del proceso reproductivo (Camacho Mondragón *et al.* en preparación). De modo que durante 2018 la abundancia poblacional se ha mantenido disminuida, probablemente por un fallo en la eficiencia reproductiva de la población. También el crecimiento del tunicado ha estado acotado durante 2018, aunque persistente.

Por otro lado, es notorio que a pesar del alto recambio de agua que existe entre la Bahía de La Paz y la Ensenada de La Paz, la presencia y comportamiento invasivo de la ascidia solo se ha detectado en la Ensenada. Es decir, no se ha propagado en forma invasiva a otras zonas vecinas, solo se han reportado avistamientos esporádicos en Balandra y Pichilingue. Es por ello que probablemente nos

Proyecto GEF-EEI Servicio de consultoría para la elaboración del Protocolo de Detección Temprana y Respuesta Rápida ante la Presencia del Tunicado *Distaplia stylifera* en Zonas de Producción de Moluscos de Importancia Económica

encontramos ante un evento temprano de invasión, pero que ya ha tenido repercusiones importantes para el callo de hacha y los productores de la Ensenada de La Paz.

A nivel nacional existe ya un procedimiento establecido y reconocido que capitaliza y potencia las habilidades y esfuerzos disponibles para erradicar especies invasoras, de la forma más efectiva posible. Esta ruta es el desarrollo de un Protocolo de Detección Temprana y Respuesta Rápida, el cual es un enfoque de gestión que ofrece una serie de procedimientos estandarizados y herramientas para identificar presencia de especies invasoras, reconocer la prioridad de atención que se requiere, compartir la información de forma ágil a los actores involucrados y tomadores de decisión (dependencias gubernamentales, academia, sociedad civil, productores, etc.), para que se pueda responder suficientemente rápido a un proceso de invasión de una especie exótica.

Los esfuerzos y experiencia generados hasta el momento ofrecen una serie de procedimientos que sirven de referencia para la propuesta de Protocolo de Detección Temprana y Respuesta Rápida, que a continuación se presenta para la atención del tunicado *Distaplia stylifera*.

El reto es erradicar o al menos mantener el crecimiento del tunicado a niveles que no generen ni mortalidad masiva, ni pérdida de rendimiento para la pesquería y, sobre todo, revertir el efecto causado por el crecimiento desmedido del tunicado durante 2015 y 2016.

DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE

Generalidades sobre la biología de *Distaplia stylifera*

Clasificación taxonómica

Phylum: Chordata Haeckel, 1874

Subphylum: Tunicata Lamarck, 1816

Clase: Ascidiacea Blainville, 1824

Orden: Aplousobranchia Lahille, 1886

Familia: Holozoidae Berrill, 1950

Género: *Distaplia* Della Valle, 1881

***Distaplia stylifera* Kowalevsky, 1874**

Taxonómicamente, se reconocen dos sinonimias para *D. stylifera*. Kowalevsky (1874), fue el primero en describir la especie para el Mar Muerto, nombrándola *Didemnum stylifera*. Más tarde Van Name (1921), describió para la costa oeste de India una especie que considera nueva a la que nombró *Holozoa bursata*. Actualmente, se sabe que ambas especies corresponden a una sola y que el género correcto es *Distaplia* (Shenkar *et al.*, 2018).

Distribución

Esta especie se encuentra en ambientes tropicales y subtropicales; zonas rocosas intermareales, fangosas, playas arenosas, pastos marinos, arrecifes de coral, etc.; con distribución circum-global,

su localidad tipo es el Mar Muerto (Kowalevsky, 1874) (GBIF, 2017). Posteriormente, ha tenido registros en varias partes del mundo como en el Océano Atlántico en los cayos de la costa oeste de Florida; Charleston, al sur de Carolina (Cole & Lambert, 2009); sureste de Jamaica (Van Name, 1945); isla Margarita en Venezuela (Rocha *et al.*, 2010); en el Océano Índico, en la costa oeste de India (Van Name, 1921); en el Mediterráneo, en Italia (Mastrototaro & Tursi, 2010) y en diversas localidades de las costas de Australia y Filipinas (Kott, 1990) (Fig. 1).



Figura 1. Registros de *Distaplia stylifera*: GBIF Secretariat (2017), indicando registros principalmente en el Atlántico, Australia y Filipinas.

Biología

Las ascidias son conocidas como especies altamente competitivas, en espacio al punto de inhibir la colonización de otras especies y crear densas agregaciones monoespecíficas (Cole & Lambert, 2009). Los organismos de la familia Holozoidae, son hermafroditas con reproducción sexual y asexual, pudiendo reproducirse de forma alterna o simultánea (Svane & Young 1989), lo cual crea una ventaja hacia otros organismos con un solo tipo de reproducción.

Distaplia stylifera es un organismo colonial, conocido comúnmente como “papa” por los pescadores. Se caracteriza por presentar forma de hongo, las colonias maduras llegan a medir hasta 9.5 cm de longitud y 6.5 cm en la parte más ancha; su coloración puede ser anaranjada, morada o blanca; siendo más común el anaranjado. Los zooides están arreglados en la parte central de la superficie, creando sistemas irregulares, donde los sifones orales y cloacas comunes son fácilmente distinguibles por una pigmentación blanca, que une sifones y cloacas mediante líneas ramificadas (Fig. 2).



Figura 2. *Distaplia stylifera*. Se observan los sifones característicos. En la imagen los sifones están abiertos. Fotografía: Silvia Ramírez Luna

Su reproducción es sexual y asexual por medio de gemación. Esta última, es una estrategia reproductiva que requiere menor gasto energético y menor tiempo; la emplean como estrategia de crecimiento, especialmente sobre los sustratos duros, de modo que la colonia puede incrementar en biomasa y los zooides conservan un tamaño óptimo para su alimentación, lo que las favorece para adaptarse a distintas condiciones locales (Van Name, 1945).

En la reproducción sexual, los organismos realizan fecundación interna; las larvas se desarrollan en el saco peribranchial y una vez maduras son liberadas a la columna de agua; aproximadamente 24 horas después llevan a cabo la metamorfosis para formar parte del bentos marino (Berill, 1935).

En aguas templadas y subtropicales el desove de diferentes especies de ascidias se limita a los meses más cálidos del año (Berrill, 1935; Sabbadin, 1960), y la mayoría tiene uno o dos picos de reproducción durante el ciclo anual (Svane & Young, 1989) consideran otros factores reguladores del ciclo reproductivo como: la temperatura, el fotoperíodo, las fases de la luna, las mareas y la densidad del fitoplancton. En el caso de *Distaplia stylifera* no se han realizado estudios de reproducción ni de los factores que regulen dicho proceso.

Las ascidias cuando no son invasoras, son miembros dominantes en la macrofauna bentónica y contribuyen a elevar la biodiversidad del ecosistema marino. Al igual que muchos organismos filtradores, se alimentan de seston (García–March, 2005). Por su carácter sésil y filtrador, sirven como indicadores para evaluar la calidad del agua. También se consideran especies clave en la comunidad de la megafauna bentónica, su pérdida en un área lleva a la pérdida de otras especies. Sus principales depredadores son: tortugas, estrellas de mar, diversos peces, especialmente de la familia Tetraodontidae (botete, pez globo, etc.) y del orden Perciformes (pez loro) (Ali & Tamilsevi, 2016). Algo importante es que contribuyen a la cadena alimentaria, actuando como almacén de metabolitos primarios y secundarios potenciales, los cuales se utilizan en la industria farmacéutica

Proyecto GEF-EEI Servicio de consultoría para la elaboración del Protocolo de Detección Temprana y Respuesta Rápida ante la Presencia del Tunicado *Distaplia stylifera* en Zonas de Producción de Moluscos de Importancia Económica

para generar compuestos anticancerígenos (Erba *et al.* 2002; Fedorov *et al.* 2005). El caso más conocido es el de la especie *Ecteinascidia turbinata* comercializado por PharmaMar bajo el nombre de YONDELIS® y que forma parte del numeroso grupo de agentes alquilantes usados en quimioterapia (PharmaMar, 2018).

Razones por las que constituye un riesgo al ecosistema.

En épocas recientes, la presencia de ascidias (o tunicados) se ha reportado en diversas partes del mundo, invadiendo ecosistemas y ocasionando daño notable al hábitat, llegando a desplazar a otras especies o acabando con granjas acuícolas (Bryon & Scavia, 2008). En el Golfo de California desde 2004 se han registrado varias especies: *Styela canopus* en un manglar del Estuario de Urías, Sinaloa (Salgado-Barragán *et al.*, 2004); *Botrylloides violaceus*, *Botryllus schlosseri*, *Lissoclinum fragile* y *Polyclinum constellatum*, en varios puertos de Mazatlán y una granja ostionera en Topolobampo, Sinaloa (Tovar *et al.*, 2010; Tovar, 2011), pero en ninguno de esos casos, la presencia de las ascidias se registró como un evento de invasión a otro organismo o ecosistema.

De acuerdo con Tovar (2011) las principales rutas de introducción para invertebrados acuáticos en el Golfo de California pueden ser naturales o artificiales; las naturales incluyen huracanes, sistemas de corrientes, desarrollo de adaptaciones de comportamiento; las artificiales son resultado de actividades humanas derivadas principalmente del transporte marítimo, propiciando de manera indirecta el traslado de organismos o propágulos desde sus zonas de origen, ya sea adheridos a los cascos de botes y buques, o bien en las aguas de lastre de embarcaciones varias, de travesía internacional (Carlton, 1996; Apin-Campos & Torres-Pérez, 2016). Otras actividades que generan este transporte, son las asociadas a la construcción de marinas, puertos y muelles; o las que llegan como plagas asociadas a especies de cultivo, o en la importación de alimento vivo, entre las más importantes.

De este modo, en BCS, particularmente en La Paz, se cuenta con puertos y marinas, en los que se realizan una gran variedad de actividades marítimas (comerciales, turísticas, pesqueras) y son enlace muy importante de la costa occidental de México con ciudades de Asia, América central, del Norte y del Sur. No obstante, en nuestro país todavía no se regula el manejo de las aguas de lastre para evitar la introducción de especies exóticas. Tovar (2011) también hace énfasis en que no existen estimaciones de las especies exóticas introducidas por estas vías y considera que la mayor parte lo hicieron a través de embarcaciones, como organismos esclerobiontes (fouling) o debido a inadecuadas prácticas acuícolas.

Basados en estos argumentos es que se considera que la introducción de *Distaplia stylifera* pudo tener su origen en este tipo de rutas, aunque apenas se está generando información que responda estos interrogantes (Moreno-Dávila, com. pers.). La revisión de la literatura existente no menciona reportes de la especie en el Pacífico, incluyendo el Pacífico Mexicano. En la bibliografía se le considera como especie criptogénica. Sin embargo, será necesario generar información para sustentar su estatus. Lo que si se tiene documentado es su comportamiento como especie invasora en la Ensenada de La Paz; Moreno Dávila (com pers.) ha identificado algunas marinas de la ciudad,

Proyecto GEF-EEI Servicio de consultoría para la elaboración del Protocolo de Detección Temprana y Respuesta Rápida ante la Presencia del Tunicado *Distaplia stylifera* en Zonas de Producción de Moluscos de Importancia Económica

cercanas a la Ensenada, con alta incidencia de *Distaplia stylifera*, sugiriendo estos sitios como posibles centros de introducción de la especie, a través de las aguas de lastre de veleros visitantes.

Como se ha mencionado, *Distaplia stylifera*, aprovecha las valvas de las hachas como sustrato para establecerse, creciendo de forma masiva y dificultando los procesos de respiración, filtración y eventualmente, cuando el crecimiento cubre por completo al bivalvo, provocando muerte por asfixia e inanición (obs. en campo). Al ser una especie filtradora, el tunicado puede competir por alimento, o podría estar depredando las gonias del callo durante el desove o la eyaculación (aunque no existen evidencias de este proceso).

Una evaluación preliminar del efecto de la invasión del tunicado en la eficiencia reproductiva y en el estado metabólico general de los organismos invadidos, mostró una correlación entre la presencia de la ascidia y el efecto negativo en la condición fisiológica general, el rendimiento muscular y la eficiencia reproductiva de *A. maura* (Camacho Mondragón, com. pers.). Aún falta realizar estudios que permitan corroborar estos resultados, sin embargo, los autores concluyen que las alteraciones metabólicas y reproductivas observadas pueden explicarse por un efecto combinado de la presencia del tunicado y el incremento anómalo de la temperatura.

La razón de que en la Ensenada de La Paz *Distaplia stylifera* se esté comportando como invasora puede deberse a: 1) el aumento de la temperatura del agua, como efecto de un evento anómalo de calentamiento registrado en las costas del Pacífico, que se prolongó desde finales de 2014 y hasta mediados de 2016, lo cual favoreció la reproducción e invasión del tunicado; 2) el incremento en la abundancia de callo de hacha dentro de la ensenada, como efecto de las acciones de repoblamiento, que le brindó al tunicado sustrato adecuado para establecerse y crecer ahí; 3) al no ser especie local, no se han desarrollado depredadores naturales que mantengan en equilibrio el crecimiento del tunicado.

JUSTIFICACIÓN

Dentro de la Ensenada de La Paz, a comienzos del 2015 se observó la presencia de una ascidia (tunicado) *Distaplia stylifera*, creciendo de forma masiva sobre las valvas de las tres especies de callo de hacha (*Atrina maura*, *A. tuberculosa* y *Pinna rugosa*) que habitan en la Ensenada de la Paz, lo cual dificulta los procesos de respiración, filtración, reproducción de estos bivalvos y eventualmente, cuando el crecimiento cubre las valvas por completo, provoca su muerte por deterioro general de la condición fisiológica, asfixia e inanición. Camacho Mondragón (com. pers.) ha concluido que estos resultados pueden estar explicados por un efecto combinado de la presencia del tunicado y temperaturas anómalamente elevadas durante 2016.

Debido al efecto negativo que esta especie ha causado en la población de callo de hacha en la Ensenada de La Paz, es muy relevante la elaboración de instrumentos como el protocolo de detección y respuesta rápida, ya que ofrece directrices de acción específicas, que integran y orientan de forma coordinada los esfuerzos de actores clave, para atender la presencia de especies invasoras marinas.

Antecedentes metodológicos para el control del tunicado *Distaplia stylifera*

Al concluir el año 2015, el escenario en la Ensenada de La Paz con respecto a la restauración de las poblaciones de callo de hacha era prometedor, aunque con retos. La tendencia poblacional mostraba una clara recuperación y un comportamiento que sugería un incremento asintótico, solo amenazado por la pesca ilegal que se incrementó, a pesar de que los operativos de vigilancia participativa de los pescadores del Manglito cubrían periodos de 24 horas, 7 días de la semana (24/7). Legalmente aún no se contaba con el respaldo de algún tipo de derecho sobre el recurso y el estatus de la pesquería era de un recurso agotado. Socialmente los pescadores estaban en un proceso de definir la forma de organización que querían desarrollar y por ello existían grandes retos en términos de gobernanza; finalmente, no existía un plan de acción establecido para hacer frente a un evento de ese tipo. Por todo esto, cuando se detectó la presencia anómalamente alta de tunicado creciendo sobre las valvas de las hachas, la posibilidad de generar acciones efectivas y rápidas, fue nula. Fue necesario habilitar una red de colaboración con socios involucrados en la iniciativa de restauración, para generar un mínimo de información y de condiciones habilitadoras, así como diseñar la estrategia para enfrentar la situación.

Las colaboraciones con académicos de instituciones locales, así como con las autoridades pesqueras locales, hicieron posible realizar acciones como la identificación taxonómica de la especie; el reconocimiento de la zona y corroboración del efecto nocivo que estaba provocando el tunicado en la población de callo de hacha; la comparación de la condición fisiológica y reproductiva de organismos con y sin cobertura de tunicado; los procedimientos prácticos para retirar las ascidias. Esa información aportó los elementos que permitieron a CONAPESCA e INAPESCA autorizar que se retiraran del fondo marino, conchas de hachas muertas, que estuvieran totalmente cubiertas por ascidias.

La capacitación de los pescadores para aprender a manejar estos organismos, el diseño de formatos para registrar y documentar la información, fueron parte de las actividades que pescadores, investigadores, organizaciones de la sociedad civil y autoridades implementaron para atender el fenómeno. Los resultados obtenidos indican que, al parecer, se logró disminuir la presencia del tunicado. Por ello se ofrece en este documento, la experiencia generada en ese ejercicio, como punto de partida para la propuesta de Protocolo de Detección Temprana y Respuesta Rápida.

Objetivo General

- Elaborar un protocolo de detección temprana y respuesta rápida (DTRR) del tunicado en las poblaciones de moluscos de la ensenada de La Paz.

Objetivos específicos

- Identificar los métodos de detección temprana, de estas especies en la zona, así como los actores principales a tener en cuenta, tanto en la detección como en el control (respuesta rápida)
- Detallar procedimientos metodológicos para la Respuesta Rápida (saneamiento y control) del tunicado invasor *Distaplia stylifera*.
- Identificar indicadores de éxito en el monitoreo y control (saneamiento).
- Identificar acciones de riesgo que deben evitarse para prevenir la diseminación del tunicado.

Proyecto GEF-EEI Servicio de consultoría para la elaboración del Protocolo de Detección Temprana y Respuesta Rápida ante la Presencia del Tunicado *Distaplia stylifera* en Zonas de Producción de Moluscos de Importancia Económica

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción del área de estudio

La Ensenada de La Paz, es una laguna costera, ubicada en la parte sur del Golfo de California, Baja California Sur, en el estado de Baja California Sur, México. Está localizada entre los 24°06′ - 24°11′N y los 110°19′ - 110°25′W. Se encuentra en la porción sudoeste de la Bahía de La Paz, B.C.S. separada y protegida naturalmente por una barra de arena denominada “El Mogote”. La superficie de la laguna es de 4054.9 ha y cuenta con 44.5 km de litoral. En ella existen 5 áreas principales de manglares y canales de 7 a 10 metros de profundidad con un pequeño estero al final de la Ensenada (González Zamorano, 2002) (Fig. 3).

La Ensenada está clasificada como Sitio Ramsar y humedal con manglares, con relevancia por su presencia de aves migratorias y zona de crianza para distintas especies clave, como caballito de mar, delfines, rayas, y otras especies. Además, recientemente se han vuelto a tener presencia de tortugas en la zona.

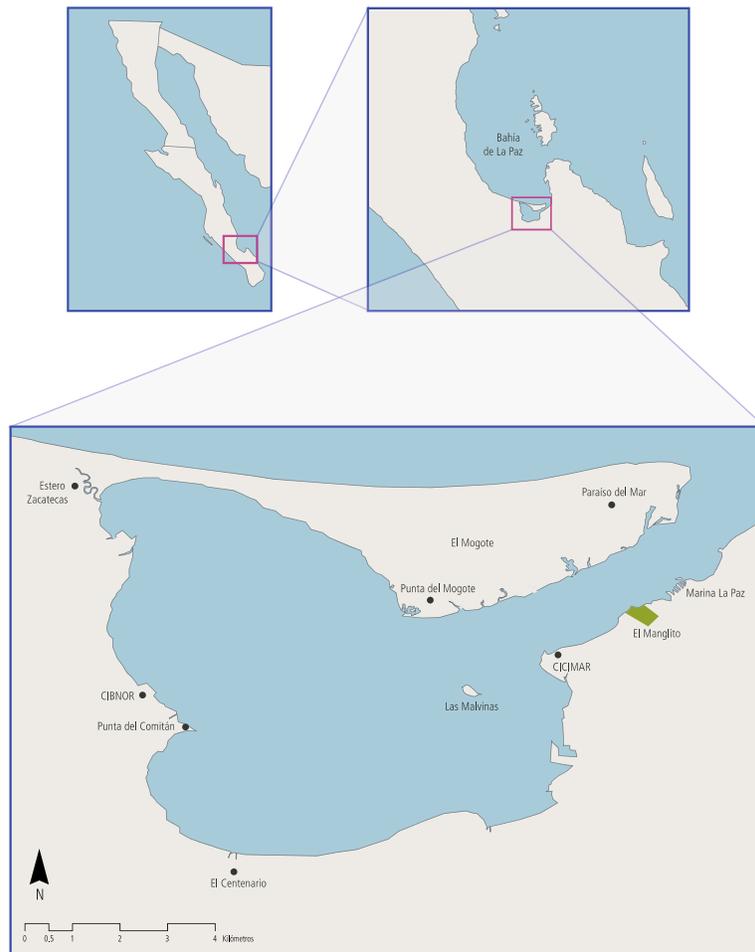


Figura 3. Ensenada de La Paz, BCS. Fuente: NOS Noroeste Sustentable AC Alejandra García

Proyecto GEF-EEI Servicio de consultoría para la elaboración del Protocolo de Detección Temprana y Respuesta Rápida ante la Presencia del Tunicado *Distaplia stylifera* en Zonas de Producción de Moluscos de Importancia Económica

Control del tunicado en la concesión pesquera de OPRE, en la Ensenada de La Paz (trabajo de campo)

Las acciones realizadas durante este trabajo coinciden en lo general con los procedimientos que han sido aceptados por las distintas organizaciones nacionales e internacionales dedicadas a atender la problemática de las especies invasoras (Comité Asesor Nacional sobre Especies Invasoras, 2010) y que son detallados por Flores y colaboradores (2016 en: PNUD México, 2018). Sin embargo, en la Ensenada de La Paz durante 2016 y 2017 fueron implementadas empíricamente y se reseñan a continuación.

En la sección de Plan de Gestión se capitaliza la experiencia obtenida, para expresarla en la propuesta de Protocolo de DTRR.

Equipo y Materiales:

Planta y compresor para buceo tipo Hooka (Fig. 4); Buzo (Fig. 5)

Jabas de malla rígida, empleadas por los buzos para la recolecta submarina del tunicado (Fig. 6).

Tinas y taras plásticas, se emplean en la embarcación para acopiar y transportar el tunicado y materiales extraídos (cubiertos con tunicado) (Fig. 7)

Palas

Hojas de registro

Cámara fotográfica

GPS



Figuras 4 y 5. Planta con compresor para buceo tipo Hooka y buzo usando Hooka.



Figuras 6 y 7. Jaba de malla fina para colecta submarina de tunicado; Tinas y taras para depósito y transporte de tunicado.

Método empleado

1. Detección de la ascidia *Distaplia stylifera*

Dentro de las actividades cotidianas que los socios de OPRE deben realizar, existen varias que incluyen el buceo en distintas zonas de la Ensenada. En 2015 las actividades estaban relacionadas con evaluaciones poblacionales de callo de hacha en las zonas en que se iba a realizar dragado y en la selección de sitios para trasladar a los organismos trasplantados; también en actividades de acuicultura de repoblamiento de almeja Catarina y en recorridos de vigilancia comunitaria para prevenir pesca ilegal. Fue eso lo que hizo posible detectar la presencia anómala de ascidias.

La detección es relativamente sencilla, ya que la ascidia presenta una coloración y forma muy características. Son fácilmente reconocibles, aun cuando están en colonias con estados incipientes de crecimiento. Por ello también es fácil identificar y marcar con GPS las zonas afectadas.

2. Identificación y aviso a autoridades.

Una vez detectada la presencia, se contactó con investigadores locales, quienes apoyaron en hacer el reconocimiento y muestreo de la especie para una primera identificación y para establecer contacto con especialistas en el grupo taxonómico, que afortunadamente viven en la ciudad.

Es por esto que desde finales de 2015 se cuenta con la colaboración de la M.C Betzabé Moreno Dávila, taxónoma especialista en este grupo biológico y quien ha mantenido comunicación con diversos especialistas, nacionales e internacionales para confirmar la identidad taxonómica de la ascidia en cuestión.

Esta investigadora, además, está generando investigaciones específicas sobre la especie, que permitirán tener un mejor entendimiento del comportamiento de esta especie y emplearlo para mejores procedimientos de control.

Proyecto GEF-EEI Servicio de consultoría para la elaboración del Protocolo de Detección Temprana y Respuesta Rápida ante la Presencia del Tunicado *Distaplia stylifera* en Zonas de Producción de Moluscos de Importancia Económica

No se realizaron reportes como tal, porque no se sabía a qué autoridades se debía acudir, pero se informó a las autoridades pesqueras (CONAPESCA e INAPESCA), así como a la delegación de SEMARNAT. En febrero de 2018 se estableció contacto e informó a la CONABIO.

3. Respuesta

Comprendió tres actividades que se realizaron con un grupo de trabajo capacitado y especializado que desarrolló los siguientes procedimientos para atender el control del tunicado en la Ensenada de La Paz: Marcado del polígono; Saneamiento submarino; Acopio y disposición final del tunicado:

Marcado de polígono de trabajo

1. Ubicación de sitios con presencia de tunicado
 - a. Georreferenciar sitios con GPS (Coordenadas geográficas decimales y datum WGS84).
 - b. Evidencia fotográfica de los sitios antes y después del control.
2. Delimitación del polígono de trabajo
 - a. En cada vértice del polígono se coloca una boya para que visualmente quede delimitada el área de trabajo.
3. Preparación de embarcaciones para el saneamiento
 - a. Las embarcaciones se sitúan en uno de los extremos del polígono (lo deciden en función de la corriente), sobre la línea imaginaria que une los vértices. La distancia entre pangas debe ser de aproximadamente 75 a 100 m, de modo que, con sus mangueras extendidas totalmente, los buzos pueden abarcar completamente el ancho del polígono.
 - b. A partir de ahí las embarcaciones avanzarán hacia el otro extremo, conforme los buzos avancen en el recorrido y retiran las conchas completamente cubiertas con tunicado.
4. Actualización del marcado de polígono.
 - a. Conforme se avanza en el trabajo, al finalizar la jornada en el polígono, las boyas se recorren hasta el sitio al que se llegó en la jornada, para dejar marcada la zona que falta de limpiar. Se toma la posición con GPS y así se continúa hasta terminar el polígono.

Saneamiento submarino

La acción de extraer manualmente objetos del fondo, como piedras, cuerdas, pero principalmente conchas de moluscos cubiertos por tunicados, fue denominada por los pescadores “Saneamiento de tunicado”. Se efectúa en una embarcación con motor fuera de borda, con dos buzos, un cabo de vida o capitán y un “jabero” *que recibe las jabas de los buzos durante la faena*. El tipo de buceo que realizan se conoce como Hooka, requiere de una planta o motor, un compresor, una manguera de 50m de largo, un regulador o boquilla. Los buzos llevan para la remoción unos contenedores tipo canasta, llamados “jabas”, en los que se va conteniendo el material retirado.

Esta actividad incluye dos acciones distintas:

1) Remoción completa de conchas de hachas muertas u otros sustratos duros; en este caso se aplica el procedimiento de cierre de sifones (ver punto 7 de esta sección) y una vez que están cerrados, se retira completamente la concha u objeto con tunicado y se introduce a la jaba.

Proyecto GEF-EEI Servicio de consultoría para la elaboración del Protocolo de Detección Temprana y Respuesta Rápida ante la Presencia del Tunicado *Distaplia stylifera* en Zonas de Producción de Moluscos de Importancia Económica

2) Rescate de hachas vivas; Esta modalidad se aplica para hachas que los buzos identifican que están vivas (cierran valvas al percibir cercanía del buzo). Se aplica el procedimiento de cierre de sifones (ver punto 7 de esta sección). Con suavidad identifican puntos de fijación y desprenden de la concha. La colonia de tunicado se desprende con facilidad y es colocada en la jaba.

5. Recorrido de los buzos

- a. Descenso de los buzos. Teniendo la embarcación como punto de partida, los buzos avanzan en sentidos opuestos, de manera que la distancia que entre ambos pueden cubrir es de hasta 100 m lineales.
- b. Cada buzo inicia su recorrido, en busca de sustrato u organismos invadidos con el tunicado.

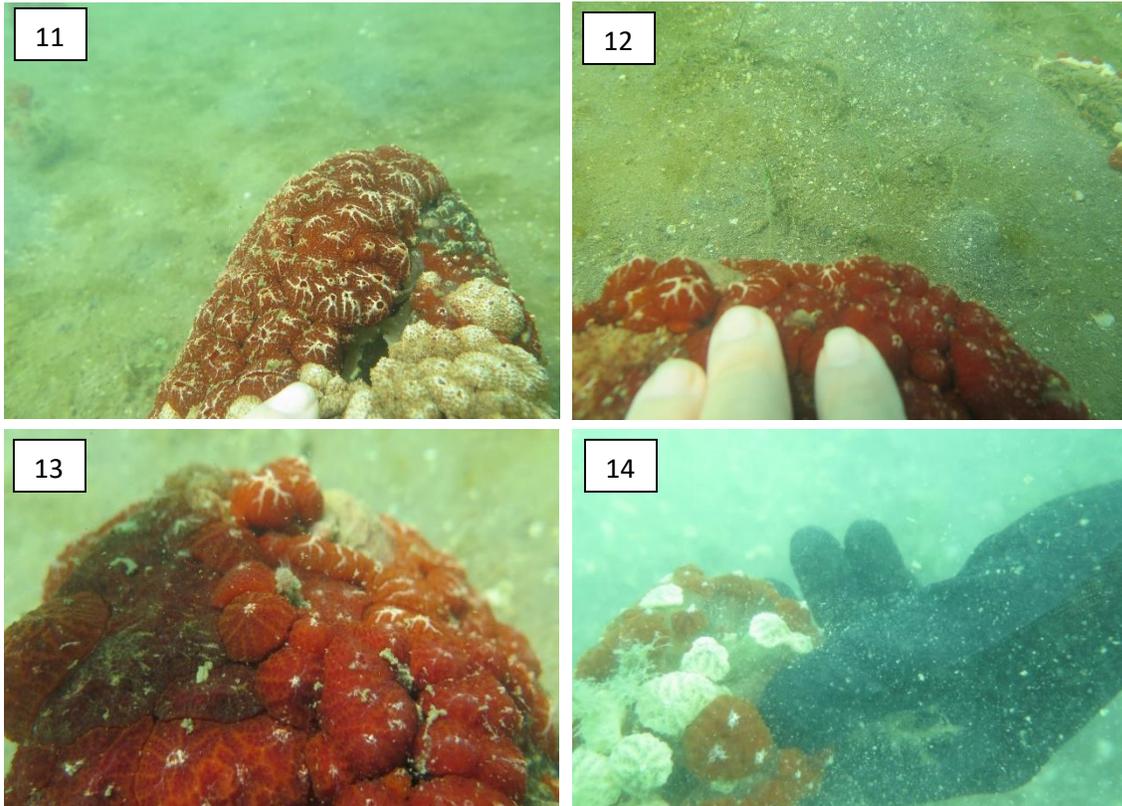
6. Detección de sustrato invadido

- a. El buzo identifica si se trata de Remoción completa o de Rescate de hacha viva, (Figs. 8, 9 y 10).



Figuras 8 - 10. Detección de sustrato invadido. Fuente: Silvia Ramírez

7. Cierre de sifones del tunicado, por contacto (Figs. 11, 12 13 y 14)
 - a. El buzo debe tocar con los guantes el tunicado y asegurarse de que los sifones se cierran. Regularmente se observa este comportamiento en las ascidias y mientras permanecen cerrados los sifones no hay liberación de gametos*.



Figuras 11 - 14. Cierre de sifones de los tunicados, por contacto. Fuente: Silvia Ramírez

8. Extracción manual de objetos cubiertos (hachas muertas y otros objetos cubiertos, como rocas, otras conchas de moluscos, trozos de madera, cuerdas o cabos, redes, boyas, muelles) (Fig. 15)
 - a. El objeto o concha cubierto se introduce completo a la jaba, cuidando de no fragmentar el tunicado.
 - b. Ya en la panga, se separan las hachas muertas del tunicado y se colocan en contenedores distintos. Las conchas se cuentan, se miden hasta 30 conchas diarias por embarcación y el tunicado se pesa.



Figura 15. Extracción manual de objetos cubiertos. Fuente: Silvia Ramírez

9. Saneamiento de hachas vivas mediante remoción de cobertura de tunicado
 - a. Este procedimiento se realiza *in situ*, ya que la mayor parte de la concha del hacha se encuentra enterrada y solo sobresale una parte de las valvas, que es la que la ascidia utiliza para fijarse y en los estados de cobertura más avanzados cubre ambas valvas. Una vez que el buzo identifica que el hacha está viva, realiza el cierre de sifones y con mucho cuidado despega desde la base el tunicado, retirándolo de abajo hacia arriba de la concha. Generalmente este procedimiento se hace con coberturas de media a alta, en hachas que están vivas.
 - b. Regularmente las colonias de tunicado con crecimiento medio a alto, no están tan fuertemente adheridas a la concha como cuando apenas empiezan la colonización de un sustrato y es relativamente sencillo identificar los sitios de inserción y separarlos de las conchas.
 - c. El buzo va colocando el material en la jaba y lo traslada a la embarcación, donde se coloca en tinas o taras de plástico (Fig. 16 y 17).



Figuras 16 y 17. Acopio y separación de tunicado. Fuente: Silvia Ramírez

Acopio y disposición final de tunicado

10. Acopio, separación y cuantificación de tunicado extraído (Figs. 16 y 17)
 - a. Ya en la embarcación el tunicado es separado de los materiales sólidos y se llenan las taras hasta marcas predefinidas, de peso preestablecido.

11. Conteo y medición de hachas muertas (Fig. 18)
 - a. En el caso de las conchas de hacha, se cuentan y registran el total de hachas. Si es posible se indica la especie.
 - b. De las conchas contadas se separan 15 a 20 conchas diarias al azar, para medir el largo y ancho de la concha, para elaborar la estructura de tallas.
 - c. Se registra la información en formatos para su captura posterior.



Figura 18. Conteo y medición de hachas muertas. Fuente: Silvia Ramírez

12. Estimación del peso húmedo de tunicado
 - a. En los primeros días se pesan las taras para poner marcas de referencia de peso conocido. Es decir, se coloca tunicado hasta un peso de 50 kg, se marca el nivel en la tara para que sea la referencia en días posteriores, para el llenado de las taras.
 - b. Cada día se contabilizan el número de taras de peso conocido que cada embarcación llenó.
 - c. Las taras con tunicado son trasladadas a la playa para ser enterrados en la arena para su disposición final.

13. Disposición de tunicado y del agua residual en pozos (Fig. 19 a 23)
 - a. Para este proceso se buscan zonas libres de vegetación y se realiza un pozo de dimensiones variables, dependiendo del número de embarcaciones dedicadas al saneamiento. Preferentemente el pozo debe alcanzar para uno o dos días de trabajo. Para 2 embarcaciones las dimensiones son de 2x2x1m o de 1.5x1.5x1m.

Proyecto GEF-EEI Servicio de consultoría para la elaboración del Protocolo de Detección Temprana y Respuesta Rápida ante la Presencia del Tunicado *Distaplia stylifera* en Zonas de Producción de Moluscos de Importancia Económica

- b. El pozo se va llenando tanto con el tunicado, como con el agua residual que se drena y queda depositada en las tinas y taras. Las conchas, una vez contadas y medidas también son depositadas en los pozos.
- c. Después de cada jornada el pozo debe quedar con una capa de arena, para prevenir malos olores. Este procedimiento dio buen resultado en el mantenimiento de las condiciones de las zonas donde se hicieron los pozos.
- d. El llenado final de un pozo termina con el aplanado de la arena y el marcado con GPS, para poder llevar el seguimiento del desempeño de esa zona.

14. Con la información obtenida se obtiene: el área total limpiada; la cantidad de tunicado extraído (en kg); el número de hachas muertas retiradas; el número de hachas vivas saneadas; la estructura de tallas de los organismos muertos debido a la cobertura de tunicado.



Figuras 19 - 22. Disposición final de tunicados. Fuente: Betzabé Moreno D. y Silvia Ramírez



Figura 23. Disposición final de tunicados. Fuente: Betzabé Moreno D. y Silvia Ramírez

Control y evaluación en sitios de referencia

Se seleccionan sitios de referencia de 3x3, que se marcan para realizar el seguimiento en el desempeño de los procedimientos de saneamiento, y evaluar el tiempo que tarda una zona en volver a presentar el tunicado, y el grado de presencia por unidad de tiempo y de área.

Capacitación al personal

Existen dos tipos de capacitación:

1. Sesiones de capacitación sobre la biología del tunicado y las características por las cuáles se considera una especie invasora (Fig. 24).
2. Sesiones para acordar y planear el trabajo, en las que se definen las áreas, los equipos, las fechas, los preparativos; se repasan los procedimientos, se recomiendan mejoras, y se establece lo que se debe evitar hacer.



Figura 24. Capacitación del personal. Fuente: Silvia Ramírez

RESULTADOS

El proceso de detección de esta especie en la Ensenada de La Paz, surgió a partir de los reportes de los pescadores, desde 2015; refiriendo la presencia de una “esponja” o “papa” que se estaba pegando a las conchas. Cuando se hicieron las primeras observaciones y reportes sobre la presencia y particularmente sobre su abundancia anómalamente elevada, cubriendo las conchas de muchas hachas, aún no existían condiciones habilitadas para generar acciones específicas: la organización de pescadores (OPRE) aún estaba en procesos de integración; tampoco se contaba con la concesión de pesca, ni permisos de pesca para extraer callo de hacha o algún otro permiso que autorizara la extracción de conchas muertas (debido a que la pesquería estaba cerrada por agotamiento, desde hacía varios años). Para febrero de 2016 OPRE quedó legalmente constituido; la gestión para solicitar formalmente la concesión de pesca estaba en marcha, pero no fue posible identificar la autoridad que se hace cargo de implementar acciones de saneamiento, debido a que el callo de hacha es un recurso que administra la autoridad pesquera. A pesar de que las conchas muertas ya no son un recurso pesquero y gracias a la buena disposición de las autoridades pesqueras, que reconocieron los esfuerzos de organización de los pescadores de El Manglito, se autorizó la extracción de conchas muertas (únicamente conchas de hacha muertas y totalmente cubiertas con tunicado), como una forma de realizar la limpieza del fondo marino y como una forma de restablecer condiciones para el repoblamiento. Es así que con el apoyo tanto del Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza (FMCN), como del apoyo de donantes individuales, la participación y asesoría de la academia (UABCS y CICIMAR), desde mediados de 2016 y hasta junio de 2017 los pescadores de OPRE realizaron una intensa acción de saneamiento.

En este contexto, los procedimientos implementados no se realizaron bajo protocolos definidos, porque no existen. Afortunadamente las acciones que se fueron realizando, coinciden en lo general con aquellas que se están sugiriendo por CONABIO y PNUD (Flores *et al.*, 2016), pero es necesario consolidarlas e incorporarlas a los esfuerzos realizados a nivel nacional e internacional, además también es necesario que existan la coordinación y gestión desde niveles de gobierno. Por el momento, en la experiencia de la invasión de la ascidia en la Ensenada de La Paz, varios de los elementos mencionados por los autores fueron considerados, aunque quizá no en el orden en que lo proponen. Por ejemplo, tanto la evaluación rápida como la Respuesta, fueron acciones que se han realizado desde 2016, pero no han podido ser consensadas con las autoridades, aunque sí han estado asesoradas y acompañadas de la academia local. O en otro caso, los sitios con mayor necesidad de saneamiento, desde el punto de vista pesquero, son los bancos de hachas y se han tomado como sitios de referencia para evaluar el efecto de las acciones de saneamiento, pero es necesario realizar prospecciones hacia zonas vecinas de la Ensenada para verificar el nivel de dispersión de la ascidia hacia nuevas zonas, así como revisar las marinas de la ciudad para identificar el nivel de presencia del tunicado en sus infraestructuras. Este proyecto constituye un precedente o punto de partida para continuar los esfuerzos hacia la atención y definición de procedimientos de gestión ante esta especie invasora. Y se ofrece como parte de lo que la colaboración entre productores, sociedad civil, fundaciones y academia, pueden contribuir, ante un problema en el cual fue difícil proceder después de la detección temprana.

1. Identificación y reporte (Taxonomía).

Con respecto a los temas de la identificación, está pendiente que se haga el reporte académico formal, informando sobre la presencia de esta especie en la Ensenada. La importancia radica en que no hay reportes previos de su presencia, y tampoco sobre el comportamiento invasivo que se presentó en 2015.

Por el momento, la información de soporte con que se cuenta, georreferenciada y sistematizada, es la que se ha generado por parte de NOS y OPRE, como parte de los censos anuales; así como la información generada del esfuerzo de limpieza de 2016 y 2017. En el anexo 1 se presentan los formatos que los pescadores llenaron para registrar la información de cada una de estas actividades.

2. Respuesta Rápida del tunicado en la Ensenada de La Paz. Período: julio – agosto 2018

Durante 13 días (del 12 de julio al 2 de agosto de 2018), se realizó la extracción de conchas con tunicado (limpieza de tunicado) en 80 hectáreas de la Ensenada de La Paz. Participaron 2 embarcaciones y ocho pescadores. Las 80 hectáreas se distribuyeron en dos polígonos. El primero, de 50 ha ubicado hacia la zona sur del Mogote, en una franja de 2,25 Km x 155 m que corre paralela a la costa y al canal principal de acceso a la ensenada; el segundo polígono, de 30 ha, se ubicó en una zona frente al CICIMAR, conocida por los pescadores como Punta del Palo. Este polígono fue más irregular, con una longitud de 993 m de largo, el extremo más angosto con 144 m y en su extremo más ancho 285 m (Fig. 25). Las marcas amarillas en el mapa indican los sitios en donde se seleccionaron áreas de playa para colocar los pozos.

Estas zonas se seleccionaron por su elevada presencia de tunicado y por presentar condiciones de visibilidad adecuadas durante el período en que se realizó la actividad. El período del día en que se debe realizar la actividad incluye el tiempo en que la marea está subiendo, cuando la marea está más alta y hasta un poco después de que empiece a bajar. Este período es en el que se presenta la mejor visibilidad.



Figura 25. Polígonos en que se realizó la limpieza de tunicado en la Ensenada de la Paz durante el período de saneamiento, realizado del 12 de julio al 2 de agosto de 2018. Fuente: Google Earth Pro 2018.

En total se extrajeron 8.2 toneladas de tunicado presente tanto en conchas muertas, sustratos duros como rocas, trozos de madera, otras conchas de moluscos, así como sobre hachas vivas. La extracción se realizó de acuerdo con lo mencionado en la sección de metodología. Además del tunicado se retiraron 3,020 hachas muertas y se limpiaron 1,283 hachas vivas (se les quitó el tunicado de sus valvas). En la tabla 1 se muestra, para cada uno de los polígonos en que se trabajó, la cantidad de tunicado extraído, tanto el que estaba sobre las conchas de hachas muertas (al retirar las conchas se extraen con todo y tunicado), como el que se retiró de hachas vivas (hachas saneadas).

Tabla 1. Resumen de información generada en dos polígonos de saneamiento.

ZONA	Tunicado retirado (Kg)	N° hachas muertas	N° hachas vivas saneadas
<i>Mogote</i>	<i>4,450</i>	<i>1,652</i>	<i>571</i>
<i>Punta del Palo</i>	<i>3,800</i>	<i>1,368</i>	<i>712</i>
TOTAL	8,250	3,020	1,283

3. Estructura de tallas

Se midió la talla de 191 organismos de los que murieron por la cobertura de tunicado y a partir de esa información se construyó la estructura de tallas.

De acuerdo con la Carta Nacional Pesquera (2017), la talla comercial de *Atrina maura* es de 14 cm de ancho de concha, mientras que para las otras dos especies es de 15 cm. La información indica que todos los organismos estuvieron en un intervalo de tallas entre 10 y 21 cm de ancho de concha. (Fig. 26) (Tabla 2). En el muestreo, el 92% de las conchas correspondieron a hacha china (*A. maura*), mientras que el 8% restante estuvo compuesto por las otras dos especies -botijona (*Atrina tuberculosa*) y larga (*Pinna rugosa*)- en partes iguales. Estos porcentajes reflejan las proporciones naturales de cada especie en la Ensenada, particularmente en la última evaluación que se realizó sobre los bancos de callo de hacha, los porcentajes de contribución a la abundancia total fueron muy similares a los reportados por la afectación de tunicado: *A. maura* 91.7%, *A. tuberculosa* 4.3% y *Pinna rugosa* 4%.

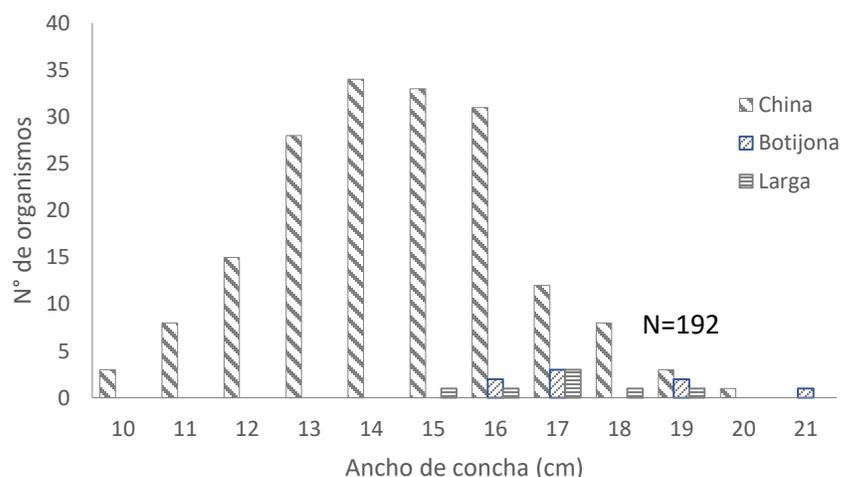


Figura 26. Estructura de tallas de conchas de hachas muertas por elevada cobertura de tunicado.

Tabla 2. Estructura de tallas del muestreo de hachas muertas proveniente del saneamiento

Ancho concha (cm)	Botijona	China	Larga	Total
10		3		3
11		8		8
12		15		15
13		28		28
14		34		34
15		33	1	34
16	2	31	1	34
17	3	12	3	18
18		8	1	9
19	2	3	1	6
20		1		1
21	1			1
Total	8	176	7	191
Porcentaje	4%	92%	4%	100%

Si se aplica este porcentaje al total de organismos, el análisis muestra que de los 3,020 organismos 2,783 fueron de *Atrina maura*, 111 fueron de *Pinna rugosa* y 126 fueron de *A. tuberculosa*, reiterando lo mencionado en párrafos anteriores.

Debido a que la pesquería está enfocada al callo de hacha china (*Atrina maura*), es claro que el tunicado afecta de forma importante a la producción de este recurso y en consecuencia al desarrollo de una pesca sana y sustentable.

Por ello es importante continuar desarrollando las medidas de control contra esta ascidia y con ello incrementar el potencial de desarrollo pesquero del callo de hacha.

4. Indicadores de éxito y Acciones de riesgo que deben evitarse

Como parte de los aprendizajes que se obtuvieron del saneamiento de 2016 a 2017, se hicieron sugerencias que se implementaron en los 13 días de limpieza, principalmente la mejora de las jabas, el llenado de formatos; la capacitación continua, reiterando los cuidados para disminuir al máximo la fragmentación del tunicado, así como escoger el mejor momento de marea para realizar el saneamiento.

Indicadores de Éxito.

Acciones de seguimiento. Es indispensable realizar el monitoreo y seguimiento del saneamiento, hasta ahora se percibe una mejora importante con las acciones realizadas y aunque sigue habiendo presencia importante del tunicado, ya no se observan los grandes crecimientos masivos que se observaron durante 2016 y 2017. Indicador: Área afectada por tunicado; número de organismos afectados; grado de cobertura promedio, en organismos invadidos.

Además, se debe ampliar el monitoreo hacia zonas vecinas a la Ensenada de La Paz, con el fin de detectar señales de atención que requieran acción inmediata.

Mantener sesiones de capacitación y mejora en desempeño de buenas prácticas de saneamiento a los socios de OPRE. Se deberán gestionar recursos (NOS, OPRE o el Comité de DTRR que se menciona más adelante) para que se elaboren materiales que faciliten la divulgación de las buenas prácticas para prevenir dispersar el tunicado, ya sea durante la pesca o durante procedimientos de saneamiento, y compartirlos entre los buzos que participan en las actividades, con regularidad, hasta que se internalice la información en cada uno de ellos. Indicador: Mejora en las habilidades prácticas de los buzos que realizan la limpieza de tunicado.

Seguimiento a la condición de los pozos de disposición. La disposición de las ascidias en los pozos de arena al parecer ha sido una estrategia efectiva, al no percibirse ningún daño al medio, ni malos olores en las playas donde se hace esta actividad. Sin embargo, se considera que es necesario hacer un seguimiento a los pozos que ya se han cerrado para confirmar que no hay problemas. Indicadores: Apariencia física del espacio, olor, desempeño de la zona (crecimiento de vegetación, entre otras).

Estructura de tallas de las hachas muertas. El seguimiento al análisis de la estructura de tallas es un buen indicador para evaluar el efecto del tunicado sobre la población de callo de hacha y

Proyecto GEF-EEI Servicio de consultoría para la elaboración del Protocolo de Detección Temprana y Respuesta Rápida ante la Presencia del Tunicado *Distaplia stylifera* en Zonas de Producción de Moluscos de Importancia Económica

directamente sobre la producción pesquera. Indicador: Reducción en las tallas que son afectadas por el tunicado. Rescatando a organismos de tallas juveniles y reproductoras.

Definir las mejores temporadas para el saneamiento. Se sugiere que la temporada de saneamiento no se empalme ni esté cercana a la temporada de pesca, que es durante los meses de verano (de junio hasta principios de septiembre), porque no hay suficiente personal para dedicarse a esta labor, ni tampoco se da tiempo suficiente para que una vez que las hachas vivas son limpiadas del tunicado, tengan el tiempo suficiente para reponer su condición y eventualmente incluso madurar y tener un evento reproductivo exitoso. De este modo, se recomienda que la actividad se realice entre los meses de octubre a febrero, para apoyar en la recuperación de las hachas.

Usos alternativos del tunicado. Algunos grupos de investigación se han interesado por los posibles usos farmacológicos que el tunicado pueda tener, por lo que se están desarrollando líneas de investigación en este sentido y serán de gran importancia los resultados que se generen, para el manejo de esta invasora en un futuro próximo.

Acciones de riesgo que deben evitarse

Cualquier actividad que favorezca la fragmentación y dispersión de propágulos.

Vertido del agua de los contenedores empleados durante el saneamiento, en el mar. Se deben verter en los pozos.

Desprendimiento de la ascidia sin realizar el cerrado de sifones previo.

Dragado.

Vertimiento de aguas de lastre.

PLAN DE GESTIÓN. PROPUESTA DE PROTOCOLO DE DETECCIÓN TEMPRANA Y RESPUESTA RÁPIDA

La Detección Temprana y Respuesta Rápida (DTRR) es un enfoque de gestión que capitaliza las habilidades y esfuerzos disponibles para prevenir la introducción y controlar poblaciones exóticas de forma más efectiva cuando aún no logran diseminarse. Por ello, en esta sección se ofrece una propuesta de protocolo DTRR para implementar en la Ensenada de La Paz, desarrollando las pautas definidas en Flores *et al.* (2016).

COMPONENTES DEL PROTOCOLO DE DETECCIÓN TEMPRANA Y RESPUESTA RÁPIDA CONFORMACIÓN DEL COMITÉ DE DETECCIÓN TEMPRANA Y RESPUESTA RÁPIDA ANTE LA PRESENCIA DE ASCIDIAS EN LA ENSENADA DE LA PAZ.

Un componente fundamental para generar el protocolo es la conformación del Comité de Detección Temprana y Respuesta Rápida (CDTRR), que debe estar formado por un equipo multidisciplinario en el que participa personal de dependencias de gobierno, sociedad civil involucrada, productores, academia; todos ellos integrados para desarrollar e implementar un Protocolo con acciones y procedimientos consensados para: responder de forma oportuna ante procesos de invasión de la especie exótica; facilitar toma de decisiones y agilizar procedimientos y gestiones necesarias, entre actores, para el desempeño de las acciones acordadas.

Los actores o dependencias que deben formar parte de este Comité, son: CONANP, CONAPESCA, INAPESCA, Capitanía de Puerto, OPRE, NOS, Autoridades Municipales y Estatales, Académicos y especialistas con el perfil adecuado.

Las funciones y acciones que cada dependencia tenga a su cargo, derivarán del propio Comité, que deberá desarrollar los mecanismos de comunicación y de coordinación ante eventualidades y contingencias. Definiendo los procedimientos de acción, facultades, responsabilidades y compromisos correspondientes a cada actor, así como acordar los mecanismos de financiamiento y las estrategias de comunicación con el público en general, sobre las problemáticas que se enfrentan y los resultados obtenidos.

Una vez conformado, el Comité podrá desarrollar y formalizar el Protocolo de Detección Temprana, abordando las siguientes etapas:

1. Detección temprana de la ascidia *Distaplia stylifera* Vigilancia (Sistema de reconocimiento y monitoreo), Identificación y reporte.

Consiste en definir y monitorear puntos de control. Esta actividad requiere de entrenamiento y capacitación para el monitoreo; seleccionar los sitios de control que se emplearán de referencia para el reconocimiento; definir los métodos de monitoreo y diseñar los formatos de registro a usar.

Para realizar esto, forzosamente se requiere de inspección y monitoreo submarino. La detección de la ascidia es relativamente sencilla, ya que presenta una coloración y forma muy características. Se reconocen y distinguen fácilmente de otras especies epibiontes, aún en estados incipientes de crecimiento.

Proyecto GEF-EEI Servicio de consultoría para la elaboración del Protocolo de Detección Temprana y Respuesta Rápida ante la Presencia del Tunicado *Distaplia stylifera* en Zonas de Producción de Moluscos de Importancia Económica

Para desarrollar esta actividad, se sugiere que el Comité forme un Programa permanente de vigilancia. El equipo operativo para realizar la vigilancia deberá conformarse tanto por buzos de OPRE, como por representantes de la academia y del CRIAP (Centro Regional de Investigación Pesquera y Acuícola de la Paz) que, de manera conjunta, definan el plan de trabajo a seguir, los procedimientos y roles que tendrán bajo su responsabilidad y la forma en que lo comunicarán al Comité.

Además de la vigilancia activa en la Ensenada de La Paz, es necesario que el Programa incluya el monitoreo de zonas no afectadas, hacia la Bahía de La Paz, para posible detección de nuevas infestaciones. También se deberán establecer mecanismo de alerta para que cualquier persona que detecte nuevos individuos pueda informar al respecto.

En esta actividad pueden participar de forma cotidiana (aunque no exclusiva), socios de OPRE previamente capacitados, con la misión de registrar y comunicar sus observaciones al Comité. En caso de detectar sitios de presencia o de riesgo por crecimiento de tunicado, se comunicará al Comité, y éste designará a personal capacitado para que se realice una segunda inspección o Evaluación Rápida.

2. Evaluación rápida

En respuesta a un reporte positivo de presencia de tunicado generado por el equipo de vigilancia se realizará un operativo de inspección de las zonas reportadas. El operativo estará a cargo de un equipo multidisciplinario que, a partir de una evaluación en campo, determinará el nivel y tipo de afectación que presenta el sitio, desarrollará una propuesta de contención, así como una evaluación de los riesgos potenciales o actuales que causa la especie. Por último, desarrollará un plan de contingencia que deberá evaluarse y decidirse de forma expedita en el seno del Comité. A continuación, se desglosan los pasos mencionados:

a. Evaluación de campo. –El equipo efectuará el muestreo de especímenes para su corroboración taxonómica en laboratorio, así como dimensionará, georreferenciará y documentará fotográficamente los sitios inspeccionados.

Esta información alimentará el proceso de evaluación y toma de decisión del Comité con respecto al tipo de respuesta a realizar.

b. Contención de la incursión inicial. – El equipo de evaluación propondrá al Comité el tipo de respuesta o acción que considera permitirá limitar el crecimiento y dispersión de la población identificada. Sin embargo, es en el Comité donde se tomarán las decisiones sobre las acciones para contener la incursión.

En este caso se sugiere que, en el seno del Comité, se evalúe la pertinencia de desarrollar las acciones que ha realizado OPRE para contención, descritas en la sección de “Respuesta”, dentro del Apartado de Control de tunicado en la concesión pesquera de OPRE, en la Ensenada de La Paz.

c. Evaluación de riesgos. - Identificar el potencial de daño ambiental que puede causar la especie, así como el impacto que puede generar, tanto a la producción pesquera que OPRE ha reactivado a partir del repoblamiento, como en términos de salud pública o en salud del ecosistema.

El papel del Comité sin duda es muy relevante, ya que es esa figura la que tendrá un peso importante en las recomendaciones y propuestas a implementar.

d. Planeación de contingencias. - Una vez que se ha definido el nivel de riesgo y que se ha valorado la propuesta de contención del grupo de evaluación, el Comité desarrollará el plan de acción a seguir; definiendo la participación que tendrá cada dependencia involucrada así como los encargados de la ejecución (dependencias gubernamentales, instituciones y organizaciones según corresponda); establecer canales de comunicación; diseñar rutas de procedimiento y anticipación de gestiones (se refiere a permisos, avisos o trámites ante dependencias o instituciones, que sean necesarios de cubrir y que puedan tenerse listos o pre avanzados), para evitar retrasos en la respuesta recomendada.

3. Implementación de la respuesta rápida (control)

Implementar respuesta rápida implica que se pongan en marcha las acciones de saneamiento y control de inmediato. En términos generales operativamente implican un trabajo similar a las del plan de contención, solo que la intensidad de la acción debe ser mayor, es decir, incrementando el número de embarcaciones dedicadas a la actividad (se sugiere que la parte operativa de saneamiento sea realizada por OPRE, con la supervisión y acompañamiento técnico, académico y de análisis de los miembros del Comité), e incluso recomendar la participación de actores como SEMAR, en casos extremos.

Los costos de realizar esta actividad deberán gestionarse con anticipación por el Comité y contar con un fondo de contingencia que le permita operar en casos emergentes.

4. Verificación del éxito de la acción

Una vez implementada la respuesta rápida es necesario revisar si las acciones tuvieron éxito. Esto se desarrollará durante los procesos de vigilancia y monitoreo. Se deberá regresar a los sitios atendidos, con cierta regularidad, para realizar el reconocimiento de las zonas. Durante ese reconocimiento submarino deberán recopilarse datos como presencia de colonias, tamaño de las colonias, número de organismos (callo de hacha u otros bivalvos) en los que se presente asentamiento de ascidia. La evolución en estos indicadores permitirá valorar la efectividad de las acciones y generar recomendaciones, ya sea de continuidad, mejora o modificación en las prácticas de control.

Aparentemente las acciones llevadas a cabo por los pescadores han sido efectivas y oportunas, ya que hicieron sinergia con el efecto de los aportes pluviales derivados del huracán Lidia, así como con el fin de la temporada de calentamiento anómalo, denominado “El niño Godzilla”. Sin embargo, el costo económico de estos trabajos requiere de la participación de algunas instancias de gobierno, como la CONANP, la CONAPESCA, INDESOL, Gobierno del estado, entre los más importantes.

Acciones de más largo plazo también deben ser iniciadas por el Comité, como las relacionadas con la revisión y regulación de actividades que se realizan dentro de la Ensenada, generadoras de dispersión del tunicado. Entre las que se perciben más urgentes son las de dragado, uso de artes de pesca, manejo de embarcaciones varadas y a la deriva, manejo de agua de lastre en las marinas.

5. Reporte final

Por último, el Comité deberá generar los reportes correspondientes a las autoridades, con respecto a la presencia, la evaluación del riesgo y las recomendaciones de atención, así como el reporte sobre

Proyecto GEF-EEI Servicio de consultoría para la elaboración del Protocolo de Detección Temprana y Respuesta Rápida ante la Presencia del Tunicado *Distaplia stylifera* en Zonas de Producción de Moluscos de Importancia Económica

la implementación de las acciones, de los resultados y del seguimiento. Estos reportes deberán seguir un procedimiento desarrollado bajo una estrategia de comunicación que el Comité elabore.

De igual manera, deberá haber un procedimiento para la difusión al público en general, para informar sobre los aspectos relevantes del efecto de la ascidia al ecosistema, así como de las acciones que deben evitarse, como público en general, para apoyar en el control o al menos no contribuir a empeorarlo.

Se espera que este documento abone a la implementación del plan de acción coordinado, que permita mantener el control y eventualmente erradicación de la ascidia de la Ensenada de La Paz, y eventualmente las aguas de la Bahía de La Paz y del Golfo de California.

BIBLIOGRAFÍA

Apin-Campos, Y.C. & Torres- Pérez, B. 2016. Introducción de especies invasoras a partir del agua de lastre proveniente del transporte marítimo comercial: Estado del arte. Ciencia en su PC. N°2, abril- junio: 56- 70.

Ali, H. A. & Tamilselvi, M. 2016. Ecology of Ascidiens. In: Ascidiens in Coastal Water. Springer International Publishing. Suiza. eBook ISBN 978-3-319-29118-5. DOI 10.1007/978-3-319-29118-5. 157 pp.

Berill, N.J. 1935 Cell division and differentiation in asexual and sexual development. Journal of Morphology. 57(2): 633 – 650.

Bryon, D. & Scavia, D. 2008. An Integrated Assessment of the Continued Spread and Potential Impacts of the Colonial Ascidian, *Didemnum* sp. A, in U.S. Waters. NOAA Technical Memorandum NOS NCCOS 78, 61 pp.

Bullard, S., Lambert, G., Carman, M., Byrnes, J., Whitlatch, R., Ruiz, G., Miller, R., Harris, L., Valentine, P., Collie, J., Pederson, J. & McNaught, D. 2007. The colonial ascidian *Didemnum* sp. A: Current distribution, basic biology and potential threat to marine communities of the northeast and west coasts of North America. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 342: 99–108.

Carlton, T. 1996. Marine invasions: The alteration of marine ecosystems by nonindigenous species. Oceanography. 9(1): 36 -43.

Cole, L. & G. Lambert, 2009. Tunicata (Urochordata) of the Gulf of Mexico. Pp 1209 – 1216 en: Felder, D.L. & D.K. Camp (eds.). Gulf of Mexico – Origins, waters and biota. Biodiversity. Texas A&M Press, College Station, Texas.

Comité Asesor Nacional sobre Especies Invasoras. 2010. Estrategia nacional sobre especies invasoras en México, prevención, control y erradicación. Comisión Nacional para el

Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Comisión Nacional de Áreas Protegidas, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México.

Diario Oficial de la Federación. 2017. DECRETO Promulgatorio del Convenio Internacional para el Control y la Gestión del Agua de Lastre y los Sedimentos de los Buques, adoptado en Londres, el trece de febrero de dos mil cuatro, en el marco de la Organización Marítima Internacional (OMI). (D.O.F. 8 septiembre 2017).

Erba, E., D. Bergamaschi, L. Bassano, G. Damia, S. Ronzoni, G.T. Faircloth & M. D'Incalci. 2001. Ecteinascidin-743 (ET-743), a natural marine compound, with a unique mechanism of action. *European Journal of Cancer*, 37:97–105.

Fedorov, S.N., O.S. Radchenko, L.K. Shubina, N.N. Balaneva, A.M. Bode, V.A. Stonik & Z. Dong. 2006. Evaluation of Cancer-Preventive Activity and Structure-Activity Relationships of 3-Demethylubiquinone Q2, Isolated from the Ascidian *Aplidium glabrum*, and its Synthetic Analogs. *Pharmaceutical Research*, 23(1): 104–114.

Flores-Martínez, J. J., Rodríguez-Medina, R. y Pérez-Cabrales, M. y Sánchez-Cordero, V. 2016. Protocolo de Detección Temprana y Respuesta Rápida para Especies Exóticas Invasoras en el Parque Nacional Cañón del Sumidero. (PNUD, CONABIO, CONANP, CONBIODES, IB-UNAM).

García- March, J.R. 2005. Aportaciones al conocimiento de la biología de *Pinna nobilis* Linneo, 1758 (Mollusca: Bivalvia) en el litoral mediterráneo ibérico. Tesis de doctorado. Universidad de Valencia, España. 335 p.

GBIF.2018. *Distaplia styliifera* (Kowalevsky, 1874) in GBIF Secretariat (2017). GBIF Backbone Taxonomy. Checklist dataset <https://doi.org/10.15468/39omej> accessed via GBIF.org on 2018-10-22. <https://www.gbif.org>

González-Zamorano, P. 2002. Estructura y análisis espacial de la cobertura del Manglar “El Conchalito”, B.C.S. Tesis de Maestría. CICIMAR_IPN. México. 88pp.

Kolar, C. 2004. Risk assessment and screening for potentially invasive fishes. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research* 38: 391-397.

Kott, P. 1990. The Australian Ascidiacea, part 2, Aplousobranchia (1). *Mem. Qd Mus.* 29(1): 1-226.

Kowalevsky, A.O. 1874. Ueber die Knospung der Ascidien. *Arch. F. Mikr. Anat.* 10:441-470. <http://dx.doi.org/10.1007/BF02960331>

Marques, A.C., A. dos Santos, A. Estevez, A. C. Cabral, A.P. Ravedutti, A. Lima, E. L. Razzolini, H. Matthews, J. Bardi, L. Pioli, L. Manzoni, L.E. Arruda, M.A. Haddad, R. Ruy de Oliveira, S. M. Millan, T. Pires, W. Franklin & R. Moreira da Rocha. 2013. Rapid assessment survey for exotic benthic species in the São Sebastião Channel, Brazil. *Lat. Am. J. Aquat. Res.*, 41(2): 265-285, 2013. “Proceedings of the 3rd Brazilian Congress of Marine Biology”. DOI: 10.3856/vol41-issue2-fulltext-6.

Proyecto GEF-EEI Servicio de consultoría para la elaboración del Protocolo de Detección Temprana y Respuesta Rápida ante la Presencia del Tunicado *Distaplia stylifera* en Zonas de Producción de Moluscos de Importancia Económica

- Mastrototaro, M. & Tursi, A. 2010.** Ascidiacea. *Biologia Marina Mediterranea*. 17 (suppl. 1): 625-633.
- PharmaMar.** 2018. Encuentro con analistas e inversores. Internet <http://www.pharmamar.com>. Fecha de consulta 10/08/2018.
- Rocha, R., Guerra, C., Marques, H., Pérez, I., Sardi, A., Pérez, A., Herrera, J., Carbonini, C., Caraballo, A., Salazar, V., Diaz, D., & Cruz, M. 2010.** Inventory of ascidians (Tunicata, Ascidiacea) from the National Park La Restinga, Isla Margarita, Venezuela. *Biota Neotropica*, 10(1), 209-218.
- Sabbadin, A.** 1960. Ulteriori notizie sull'allevamento e sulla biologia dei Botrilli in condizioni di laboratorio. *Arch. Ocean. Limn*, 12: 97–107.
- Salgado-Barragán J., N. Méndez & A. Toledano-Granados.** 2004. *Ficopomatus miamiensis* (Polychaeta: Serpulidae) and *Styela canopus* (Ascidiacea: Styelidae), non-native species in Urías estuary, SE Gulf of California, México. *Cahiers Biological Marine*, 45: 167-173.
- Shenkar, N., A. Gittenberger, G. Lambert, M., Rius, R., Moreira Da Rocha, B.J., Swalla y X., Turon.** 2018. Ascidiacea World Database. *Distaplia stylifera* (Kowalevsky, 1874). Accessed through: World Register of Marine Species at: <http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=236661> on 2018–10–29
- Svane, I.B. y C.M. Young.** 1989. The ecology and behaviour of ascidian larvae. *Oceanography and Marine Biology: An Annual Review*, 27:45–90.
- Tovar, H. 2011. Informe Final.** Geomar AC. Detección de invertebrados marinos exóticos en el Golfo de California y sus posibles afectaciones. 372 pp.
- Tovar, M., Suarez, M. & Yáñez, R. 2010.** The parasitic copepod *Haplostomides hawaiiensis* (cyclopoida) from the invasive ascidian *Polyclinum constellatum* in the Southern Gulf of California. *Bulletin of Marine Science*, 86(3): 637–648.
- Van Name, W. G.** 1945. The North and South American ascidians. *Bull. Am. Mus. Nat. Hist.*, 84: 1–476.
- Villalobos, S., G. Lambert, N. Shenkar & S. López-Legentil.** 2017. Distribution and population dynamics of key ascidians in North Carolina harbors and marinas. *Aquatic Invasions* 12(4): 447–458. DOI: <https://doi.org/10.3391/ai.2017.12.4.03>.

ANEXOS

Formatos de registro que se emplean durante las acciones de saneamiento

**REGISTRO DE CANTIDAD DE TUNICADO Y HACHAS MUERTAS
DURANTE LA LIMPIEZA EN LA ENSENADA Y/O EN CUADROS DE
RESIEMBRA**

BANCO A LIMPIAR

EMBARCACIÓN _____

CABO DE VIDA y BUZOS _____

FECHA	N° TARAS COMPLETAS CON TUNICADO	N° HACHAS MUERTAS	N° HACHAS VIVAS LIMPIADAS POR JORNADA

LIMPIEZA DE TUNICADOS. OPRE

REGISTRO DE CANTIDAD DE TUNICADO Y HACHAS MUERTAS ENTERRADAS

PANGA: _____ SITIO DE LIMPIEZA: _____

FECHA	N° POZO	TARAS LLENAS	N° HACHAS MUERTAS	N° ALMEJAS ENCONTRADAS	COMENTARIOS

Hojas de registro durante censo y evaluación poblacional

CONTEO Cuadrante

Embarcación Fecha

Buzo

Transecto # <input type="text"/>		vado <input type="text"/>					
frecio	CH	LAR	BOT	%		cobertura	
	china	larga	botijona	✓	m	✓	m
1							
3							
5							
7							
9							
11							
13							
15							
17							
19							
21							
23							
25							
27							
29							
31							
33							
35							
37							
39							
41							
43							
45							
47							
49							

Transecto # <input type="text"/>		vado <input type="text"/>					
frecio	CH	LAR	BOT	%		cobertura	
	china	larga	botijona	✓	m	✓	m
1							
3							
5							
7							
9							
11							
13							
15							
17							
19							
21							
23							
25							
27							
29							
31							
33							
35							
37							
39							
41							
43							
45							
47							
49							

Transecto # <input type="text"/>		vado <input type="text"/>					
frecio	CH	LAR	BOT	%		cobertura	
	china	larga	botijona	✓	m	✓	m
1							
3							
5							
7							
9							
11							
13							
15							
17							
19							
21							
23							
25							
27							
29							
31							
33							
35							
37							
39							
41							
43							
45							
47							
49							